Lane Medical Library

Der
Hiltebrandtsche Universalzahn

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der

Doktorwürde der Zahnheilkunde

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Berlin.

Von

Johannes Mandelkow

aus Berlin

Tag der Promotion: 29. Juli 1925

Emil Ebering, Berlin NW. 7, Mittelstraße 29.

Gedruckt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Lubarsch
Referenten: Prof Dr. Schoenbeck
Prof. Dr. Schröder

Das Bestreben der Menschen, verloren gegangene Zähne zu ersetzen, reicht bis in das graue Altertum zurück. So sollen nach Linderer die alten Aegypter schon im Jahre 2000 v. Chr. Holzpflöcke verwandt haben, die in den Lücken durch Schnüre festgehalten wurden. Später verwandte man Tier- und Menschenzähne zum Ersatz oder schnitzte ganze Prothesen aus Knochen oder Elfenbein. Diese Ersatzzähne hatten natürlich ebenso unter der Karies zu leiden, und zwar in höherem Maße, als die am Stoffwechsel teilnehmenden. Außerdem verfärbten sie sich sehr stark, so daß der kosmetische Effekt nur gering war. Diese störenden Eigenschaften haben die Veranlassung gegeben, nach einem besseren Ersatz zu forschen. Der erste Fortschritt war, daß man die Zähne mit einem Emailleüberzug versah, der eine natürliche Farbe hatte und den Mundflüssigkeiten mehr Widerstand leistete. Im Jahre 1710 gab zuerst Guillemeau eine Paste für künstliche Zähne an, die aus Wachs, Harz, Mastix, Koralle und Perle bestand. Auch Fauchard hat 1728 verschiedene Versuche gemacht, die künstlichen Zähne mit einem haltbaren Ueberzug zu versehen. In einer Schrift, die sein Verfahren schildert, sagt er: „Die Anwendung der Emaille für künstliche Zähne besitzt nicht allein den großen Vorzug, daß man den künstlichen Zähnen eine naturgetreue Farbe geben kann, sondern ein noch größerer Vorzug liegt darin, daß Zähne oder Gebisse aus Emaille sehr lange Zeit ihre Dienste tun werden, da die Emaille eine so haltbare Substanz ist, daß sie kaum irgendwelche Veränderungen erleidet".

Der Ursprung des heutigen keramischen Zahnersatzes ist auf Duchâteau, einen Apotheker in St. Germain en Laye zurückzuführen. Dieser hatte bemerkt, daß seine Knochenprothese sehr wenig widerstandsfähig war, und außerdem die Gerüche seiner Tinkturen und Kräuter sehr stark annahm. Er ließ sich daher im Jahre 1774 in der Porzellanfabrik von Guérand in Paris eine ganze Prothese brennen. Dieser Versuch befriedigte ihn in hohem Maße. Er unterbreitete sein Verfahren der Académie Royale de Chirurgie. Es wurde aber nicht angenommen.

Im Jahre 1788 stellte ein Pariser Zahnarzt Dubois de Chémant Porzellanzähne her, jedenfalls unter Benutzung des Verfahrens von Duchâteau. Er gab eine Schrift heraus, in der er die großen Vorzüge seiner Zähne darlegte. Auch er bemühte sich um ein Patent für seine Methoden und zwar mit mehr Erfolg als sein Vorgänger. Die Société de Médecine nahm sein Verfahren an und verlieh ihm für 15 Jahre das Recht, allein derartige Zähne herzustellen. Duchâteau erhob dagegen Einspruch, wurde aber abgewiesen. Die Pariser Zahnärzte jedoch bekämpften Dubois aufs Heftigste. Sie sollen sogar gewalttätig gegen ihn vorgegangen sein und seine Apparate zerstört haben. Er kehrte deshalb seinem Vaterlande den Rücken und ging nach England. In London bekam er 1791 ebenfalls ein Patent für seine Zähne und veröffentlichte 1797: „A Dissertation on artificial teeth". Im Jahre 1808 berichtete Foucou über ein Verfahren zur Herstellung künstlicher Zähne. Er gibt als Material Kaolin und Feldspat an, die durch Zusätze von Mangan- und Kobaltsalzen gefärbt werden.

Die ersten Einzelzähne wurden 1808 von Fonzi verfertigt. Er hat auch als erster transparente Zähne hergestellt und kleine Platinstifte zur Befestigung eingebrannt. Im Jahre 1817 brachte der französische Zahnarzt Dr. A. A. Plantou die Herstellung künstlicher Zähne nach Amerika. Hier vervollkommnete C. H. Peale die Methoden besonders dadurch, daß er die Röhrenzähne und die Platinkramponzähne schuf. Die erste Fabrik zur Erzeugung künstlicher Zähne gründete S. W. Stockton 1825 in Philadelphia. Sein Neffe S. S. White legte 1844 den Grundstein zu der heutigen S. S. White Dental Manufacturing Company. In Amerika entstand später noch die Fabrik von Justi. In England beschäftigten sich hauptsächlich C. Ash & Sons mit der Fabrikation künstlicher Zähne. In Deutschland entstanden die Fabriken von Biber, Küggemann, Dr. Hoddes, Wienand Söhne, L. Wilde, C. M. Hutschenreuter usw. und verdrängten allmählich die ausländischen Fabrikate, die vorher den Markt beherrschten.*)

Die ersten Zähne, die man zu dem heute üblichen Zahnerstz verwandte, sind die Platinstiftzähne. Die Stifte bestanden aus

*) Die geschichtlichen Daten sind der „Zahnärztlichen Materialkunde" von Prof. Schönbeck entnommen.

Platiniridium, das eine größere mechanische Festigkeit besitzt als reines Platin. Im Laufe der Zeit entstanden entsprechend den verschiedenen Bedürfnissen verschiedene Systeme. Man kann heute unterscheiden zwischen den kramponlosen und den Kramponzähnen. Zu den ersteren gehören vor allem die Lochzähne oder Diatorix, die man heute im allgemeinen als Ersatz für die Molaren verwendet, da hier eine Stiftbefestigung überflüssig ist. Die Zähne sind so stark, daß sie ohne Gefahr für ihre Haltbarkeit an der Unterseite ausgehöhlt werden konnten. Ein Kanal, der in senkrechter Richtung zu dieser Höhlung nach den Seiten führt, dient zur sicheren Befestigung. Von deutschen Fabrikaten sind besonders die Lochzähne von Wienand bekannt. Ash & Sons und de Trey haben auch diatorische Schneidezähne hergestellt, die sich jedoch nicht als genügend haltbar erwiesen. Des weiteren gehörten hierher die Porzellanvollkronen für einzelne Wurzeln und die Schiebezähne. Die letzteren sollten den Mangel der Nichtauswechselbarkeit der Platinzähne bei Metallarbeiten beseitigen. Dem gleichen Zweck dienten auch die Ash'schen Reparaturzähne.

Unter den Kramponzähnen war und ist auch noch heute der Platinstiftzahn derjenige, der den Anforderungen der Praxis am besten entspricht. Schon vor dem Kriege hatte man infolge des hohen Platinpreises versucht, andere Legierungen als Material für die Stifte zu verwenden, um möglichst das kostbare Platin zu sparen. So wurden schon vor dem Kriege von der de Trey-Gesellschaft die Solila-Zähne hergestellt, bei denen eine kleine Platinhülse in den Zahn eingebrannt zur Aufnahme eines mit Gold überzogenen Stiftchens diente, das eingelötet wurde. Die Krampons liegen dem Mineralkörper nicht ganz an, wodurch ein trichterförmiger Raum entsteht, der zum besseren Haften des Kautschuks dienen soll. Moral*) hat eine große Anzahl dieser Zähne untersucht und keine Nachteile bei der Stiftbefestigung feststellen können.

Die Kriegsverhältnisse mit der daraus folgenden Platinknappheit erforderten gebieterisch die Benutzung anderer Legierungen als Stiftmaterial. So kamen die Wisco-Zähne von

---

*) Moral, Schliffe durch künstliche Zähne. Ergebn. d. ges. Zahnheilkunde, Bd. 5, 3—4, 1917.

Wienand, Elwe-Zähne von Wilde usw. auf den Markt. Bei diesen ist ein Weißmetall für die Stifte benutzt worden. Die leichte Oxydierbarkeit dieser Metalle erforderte eine leichter schmelzbare Mineralmasse, wodurch leider auch die mechanische Widerstandsfähigkeit ungünstig beeinflußt wurde. Moral, der sich mit der Untersuchung künstlicher Zähne eingehend beschäftigt hat, konnte bei diesen Fabrikaten eine ziemlich starke Verfärbung der Zahnmasse feststellen, die wohl auf Oxydationsvorgänge beim Brennen zurückzuführen ist. Teilweise wurden sogar die Stifte selbst in Mitleidenschaft gezogen. Für Metallarbeiten sind diese Zähne nicht sehr vorteilhaft, da sie bei Berührung mit Edelmetallen unter Zutritt des Speichels, der unter Umständen möglich ist, galvanische Elemente bilden, wodurch die unechten Stifte ziemlich schnell aufgelöst werden würden. Außerdem vertragen die Platinstiftzähne das Löten besser, da der lineare Ausdehnungskoeffizient des Platins dem der Mineralmasse ziemlich gleich ist. Es wird dadurch ein Springen der Mineralkörper meist vermieden.

Infolge der Platinknappheit, die auch nach dem Kriege anhielt, da die Weltproduktion erheblich gesunken war, stieg der Preis des Platins ungefähr auf das Dreifache der Vorkriegszeit. Es war vielen Praktikern aus diesem Grunde nicht mehr möglich, die teuren Platinstiftzähne zu verwenden. Man mußte also versuchen, die Ersatzfabrikate nach Möglichkeit zu verbessern. Die guten Erfahrungen, die man mit dem Solila-Zahn vor dem Kriege gemacht hatte, wiesen den Weg dazu. Es entstanden in Deutschland die Solo-Zähne und die Saturn-Zähne, bei denen im wesentlichen das Solila-Prinzip wieder aufgegriffen wurde. In den Mineralkörper wurde eine Platinhülse eingebrannt und in diese ein stark vergoldeter Stift eingelötet. In neuester Zeit wurden von der Firma C. M. Hutschenreuter A.-G. die Saxonia-Edelstiftzähne und die Saxonia-P. G.-Zähne auf den Markt gebracht, die besonders gut für Metallarbeiten geeignet sein sollen. Der letztere, dessen Stifte aus einer Platingoldlegierung bestehen, soll den Platinstiftzahn für Metallarbeiten vollkommen ersetzen. Aber nicht nur in Deutschland auch in England und anderen Staaten hat man sich mit der Frage befaßt, das Stiftmaterial aus anderen Metallen herzustellen, das zeigen englische Fabrikate wie z. B. Nuform, Alston und Gelbpunkt-Zähne, bei denen auch das Solila-Prinzip zur Anwendung kommt.

Ein wesentlicher Nachteil aller dieser Kramponzähne besteht darin, daß ein an Metallarbeiten angelöteter Zahn nicht auswechselbar ist. Bei einem Bruch des Mineralkörpers ist man zu kostspieligen und umständlichen Reparaturen gezwungen, da sich z. B. eine Brücke meist nur durch teilweise Zerstörung aus dem Munde entfernen läßt. Diesen Nachteil sollten die oben erwähnten Schiebezähne nach Steele und Biber beseitigen. Die Hoffnung, die man auf diese Fabrikate gesetzt hatte, erfüllten sich nicht wegen des mangelnden Schneidenschutzes, der ein häufiges Zerbrechen der Zähne zur Folge hatte. Die Zementbefestigung war auch nicht sehr haltbar und mußte oft erneuert werden. Die Firma Ash & Sons brachte die sogen. Reparaturzähne in den Handel. Diese waren statt der Stifte mit einem schwalbenschwanzförmigen Hohlraum versehen, in den die Stifte des vorher abgebrochenen Zahnes zum Einzementieren hineinragten; aber auch diese konnten den Mangel nicht ganz beseitigen. Es gab keinen Zahn, der die Vorteile des Platinstiftzahnes, nämlich die universelle Verwendbarkeit, besaß und den Nachteil desselben beseitigte, dadurch daß er auswechselbar war. Erst im Anfang dieses Jahres kam der Universalzahn nach Hiltebrandt auf den Markt, der nach Angaben des Fabrikanten diesen offensichtlichen Mangel beseitigen und für Kautschuk und Metallarbeiten in gleich gutem Maße verwendbar sein soll.

Der Hiltebrandt'sche Universalzahn besteht aus einer lingualen und einer labialen Hälfte, die durch eine feine Leiste an den Seiten getrennt sind. Die labiale Hälfte gleicht den bisher üblichen Flachzähnen und besteht aus einer transparenten Mineralmasse. Auf diese labiale Hälfte ist ein kastenförmiger Aufbau aufgebrannt, der aus einer undurchsichtigen Masse besteht, die nach den Angaben der Fabrik besonders widerstandsfähig gegen Bruch sein soll. Etwas ganz neuartiges stellt die Befestigung dar. Der kastenförmige Aufbau wird von einem schräg zur Schneidekante hin verlaufenden Kanal durchzogen, der zur Aufnahme der Stiftes dient und mit Haftrinnen versehen ist. Als Stifte werden für Kautschukarbeiten Platinstahlstifte aus Kruppschem V 2 A-Stahl verwandt. Für Metallarbeiten ist ein Platingoldstift vorgesehen, der aus einer besonders harten Legierung der Deutschen Gold- und Silberscheideanstalt hergestellt wird. Die Stifte werden mit einem besonderen Spezialzement in dem Kanal befestigt, jedoch kann jedes andere ein-

wandfreie Zement Verwendung finden. Die in folgendem geschilderten Untersuchungen wurden mit Harvard-Zement ausgeführt, da das zuerst von der Fabrik gelieferte Spezialzement den Anforderungen nicht entsprach, sondern sich als völlig unbrauchbar erwies. Der kastenförmige Aufbau geht nach oben in die Anschliffläche, nach unten in die Artikulationsfläche über.

Die Verarbeitungsweise der Universalzähne ist nach Angaben des Herstellers folgende: Für Kautschukarbeiten schleift man die Zähne an und stellt sie auf. Dann fertigt man sich einen Vorguß an, um die Stellung festzuhalten, und zementiert die Stifte ein. Der weitere Arbeitsgang ist derselbe wie bei den gewöhnlichen Kramponzähnen. Unter Umständen kann man sich auch den Vorguß sparen, wenn man schon vor dem Aufstellen die Zähne mit Stiften versieht. Für Metallarbeiten stellt man eine Schutzplatte her, vereinigt diese mit Stift und Ersatzbasis und setzt nach Fertigstellung der Arbeit den Mineralkörper ein.

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit bestand nun darin, festzustellen, ob die Universalzähne nach jeder Richtung hin den Anforderungen der Praxis genügen. Zunächst kam es darauf an, die Verankerung des Stiftes in dem Mineralkörper zu beurteilen. Zu diesem Zweck wurden von den verschiedenen Zähnen Schliffe in vertikaler Richtung hergestellt, die nach Möglichkeit in die Halbierungsebene der Objekte gelegt wurden.

Es wurden zunächst von drei Zähnen Schliffe angefertigt, die mit den Platinstahlstiften für Kautschukarbeiten versehen wurden. An zwei Schliffen konnte man deutlich erkennen, daß die Zementbefestigung einwandfrei erfolgt war. Die Stifte waren vollkommen in den Kanal hineingeschoben, und der ganze Zwischenraum vollständig mit Zement ausgefüllt. Es war auf dem Bilde der Kanal in seinem ganzen Verlauf zu verfolgen und die Rinnen zum besseren Haften des Zementes, sowohl in dem Porzellankörper als auch an dem Stahlstift. Auf Grund dieser Tatsachen kann man wohl annehmen, daß bei sorgfältiger Verarbeitung des Zementes eine genügend sichere Verankerung des Stiftes möglich ist. An dem dritten Zahn war die Zementbefestigung nicht einwandfrei ausgeführt. Der Kanal in dem Mineralkörper war nur teilweise mit Zement ausgefüllt. Man konnte deutlich große Hohlräume erkennen, so daß eine derartige Befestigung sicher nicht den Anforderungen entspricht, die man in

der Praxis stellen muß. Wahrscheinlich ist das Zement zu hart eingebracht worden, so daß es nicht in die feinen Rinnen eindringen konnte. Ein Schliff durch einen Zahn mit Kautschukbasis ließ die Verankerungsfurchen sowohl am Kanal als auch an dem Stift erkennen. Letzterer paßt ziemlich streng in den Kanal, so daß nur verhältnismäßig kleine Hohlräume durch das Zement ausgefüllt werden brauchen. Der Kautschuk umgreift den ganzen Kasten und reicht ziemlich weit auf die Anschliffläche hinauf. Des weiteren wurde ein Zahn mit gegossener Rückenplatte durchtrennt. Der Platingoldstift hatte sich mit dem Silber der Schutzplatte sehr innig vereinigt. Der Zahnkörper wird zwischen Stift und Schneidenschutz klammerartig umfaßt, so daß schon dadurch ein exaktes Festhalten des Mineralkörpers gewährleistet wird. An dem Schliff waren wieder die Verankerungsrillen sowohl im Kanal als auch an dem Stift sehr deutlich zu erkennen. Zuletzt wurden Schliffe durch drei Zähne mit Platingoldstiften, wie sie für Metallarbeiten in Frage kommen, angefertigt. Die Zementbefestigung war in allen drei Fällen einwandfrei. Um zu erfahren, ob der Lötvorgang sichtbare schädliche Folgen an der Zementbefestigung hervorruft, wurden die Schliffe eingebettet und der Wärmewirkung bis zur Weißglut der Einbettungsmasse ausgesetzt. Irgend eine Veränderung war bei der darauf folgenden mikroskopischen Untersuchung nicht festzustellen, wodurch Hitzebeständigkeit beim Lötvorgang als erwiesen betrachtet werden kann.

Hiltebrandt erwähnt in seiner Broschüre über die Universalzähne folgende neun Forderungen, die man an künstliche Zähne stellen muß:

I. An den Mineralkörper.
   a) Qualität der Mineralmasse.
   b) Naturgetreues Aussehen des Zahnkörpers.

II. An die Haltevorrichtung.
   Unveränderlichkeit im Munde.
   a) in physikalischer,
   b) in chemischer Beziehung.

III. An die Schutzplatte.

IV. An die Kombinationsmöglichkeiten dieser drei Komponenten zu einem einheitlichen Zahntypus.

V. An die Verbindungsmöglichkeiten mit der Ersatzbasis.

VI. Weder Mineralkörper, noch Schutzplatte, noch Stift dürfen durch ihre Kombination nachträglich beeinflußt werden.

VII. Der Zahn muß allseitig nach Bedarf beschliffen werden können.

VIII. Der Mineralkörper muß mit der Schutzplatte oder Ersatzbasis direkt auswechselbar verbunden werden können.

IX. Die Kautschukplatte darf durch die Haltevorrichtung nicht geschwächt werden.

Die folgenden Ausführungen und Versuche mögen zur Beurteilung und Entscheidung dienen, ob der Universalzahn den von seinem Hersteller gegebenen Forderungen genügt oder nicht.

Zur Forderung I a. Qualität der Mineralmasse.

Der Mineralkörper muß dem Druck, der beim Kauen mit einer Prothese ausgeübt wird, gewachsen sein. Die Praxis hat gezeigt, daß die meisten Fabrikate diesen Ansprüchen genügen, da ein Bruch eines Zahnes an einem Ersatzstück nicht allzu häufig eintritt. Um nun zu erkennen, ob der Mineralkörper der Universalzähne die nötige Druckfestigkeit besitzt, wurden ungefähr 4 mm große Würfel aus diesem Material hergestellt. Zum Vergleich wurden untersucht Wisco, Elwe, Solo, Saturn und Saxonia Edelstiftzähne. Die Würfel wurden von den Universalzähnen so hergestellt, daß beide Mineralmassen zu ungefähr gleichen Teilen in jedem Würfel enthalten waren. Diese Versuchskörper wurden durch ein fallendes Gewicht bei steigender Fallhöhe so oft belastet, bis Zertrümmerung der Probekörper erfolgte. Die Ergebnisse sind in gcm ausgedrückt folgende:

Elwe	Wisco	Solo	Saturn	Saxonia	Hiltebr.
1250	1375	1500	1500	1625	1875
1250	1375	1500	1500	1625	2000
1250	1375	1625	1500	1625	2000
1000	1375	1750	1500	1750	1875
1250	1375	1750	1500	1750	1875
1000	1375	1750	1625	1875	2000
1375	1250	1750	1500	1875	2000
1000	1375	1750	1500	1875	2000
1250	1375	1750	1500	1875	1875
1375	1375	1750	1500	1875	2000

Der Versuch zeigt sehr deutlich, daß der Universalzahn, was die Festigkeit des Porzellans anbetrifft, mit den anderen

Fabrikaten vollkommen Schritt hält. Damit dürfte Forderung I a erfüllt sein.

Zu Forderung I b. Naturgetreues Aussehen des Mineralkörpers.

In jahrelangen Bemühungen ist danach gestrebt worden, in Form, Farbe und Transparenz möglichst naturgetreue Fabrikate zu erzielen. Durch die hohe Transparenz der labialen Hälfte der Universalzähne ist eine außerordentlich gute Farbenwirkung erreicht worden. Ein Sortiment von über 30 Farbentönen wird auch dem anspruchsvollen Praktiker die Möglichkeit geben, für jeden Fall das Passende zu finden. Die Formen sind denen natürlicher Zähne nachgebildet, und zwar werden auch die in neuerer Zeit aufgekommenen sogenannten anatomischen Formen hergestellt.

Zu Forderung II a und b. Unveränderlichkeit der Haltevorrichtung in physikalischer und chemischer Beziehung.

Die Haltevorrichtungen der künstlichen Zähne sind im Munde verschiedenen schädlichen Einflüssen ausgesetzt, mechanischen durch die Kautätigkeit, chemischen durch die Mundflüssigkeit. Die ersteren sind besonders wirksam, wenn die Zähne ohne Schneidenschutz dem Kaudruck ausgesetzt sind. Chemische Einflüsse sind im allgemeinen nur unter ungünstigen Umständen möglich, da gewöhnlich die Stifte in ihrer ganzen Ausdehnung von dem Material der Ersatzbasis umschlossen werden. Am schädlichsten sind sie bei Metallarbeiten. Liegen unechte Stifte vor, so wird bei Zutritt des Speichels zwischen diesen und dem Metall der Prothese ein elektrischer Strom zustande kommen, der die Stifte in verhältnismäßig kurzer Zeit auflöst. Durch die Verwendung des Kruppschen Platinstahls ist für Kautschukarbeiten ein Stiftmaterial vorhanden, das dem Platin im Munde ebenbürtig ist. Der Kruppsche Platinstahl ist sehr korrosionsfest und übertrifft das Platin an mechanischer Beanspruchungsfähigkeit. Die Platingoldstifte können ebenfalls als ein einwandfreies Material angesprochen werden. Der mechanischen Beanspruchung sind die zähen und harten Stifte in jeder Beziehung gewachsen, da diese bei Metallarbeiten an und für sich sehr gering ist. Die chemische Beeinflussung ist auch nur unbedeutend, da zwischen dem im allgemeinen zu Metallarbeiten verwendeten Gold und dem Platingold der Stifte nur geringe elektrische Spannungsunterschiede bestehen. Als

zweites Moment kommt die Befestigung des Stiftes in dem Mineralkörper in Frage. Bei den bisher gebräuchlichen Systemen wurde der Stift direkt eingebrannt oder in eine eingebrannte Platinhülse eingelötet. Falls bei dem letzteren Verfahren ein einwandfreies Lot Anwendung findet, dürfte keine Gefahr für irgendwelche elektrolytischen Vorgänge und damit Lösungserscheinungen bestehen. Im Gegensatz zu den bisher üblichen Befestigungsverfahren geschieht bei den Universalzähnen die Verankerung der Stifte durch Zement, von dem man allerdings auf Grund langjähriger Erfahrungen weiß, daß es durch die Mundflüssigkeit angegriffen wird. Diese Tatsache ist bei den Universalzähnen insofern von ganz untergeordneter Bedeutung, als es sich bei der Befestigung der Stifte nur um das Ausfüllen kleiner Räume, wie bei den Gußfüllungen handelt, aus denen das Zement erfahrungsgemäß nicht herausgelöst wird. Immerhin muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß bei unsachgemäßer Verwendung der Zähne eine Auflockerung des Zementes möglich ist. Um die mechanische Haltbarkeit der Zementbefestigung zu prüfen und gleichzeitig mit der eingebrannter Stifte zu vergleichen wurden Zähne ohne Plattenbefestigung einer Belastungsprobe unterzogen. Der Apparat dazu bestand in folgendem: Eine durchbohrte Metallplatte diente als Träger der Zähne. Die Stifte der letzteren wurden durch die Oeffnung der Platte geführt und unterhalb derselben durch ein Stielklöbchen gefaßt, das mit einem Hebelarm verbunden war, der durch Gewichte belastet wurde. Die Anordnung war also so getroffen, daß der Zug unmittelbar auf die Stifte ausgeübt wurde, während der Mineralkörper mit seiner ganzen Fläche auf der Metallplatte ruhte. Es wurden wieder die gleichen Fabrikate untersucht und zwar je sechs mittlere und seitliche Schneidezähne und je sechs Eckzähne gleicher Form und Größe. Nachstehend die gewonnenen Ergebnisse.

Werte in kg.

Elwe	Wisco	Solo	Saturn	Saxonia	Hiltebr.
		mittl.	Schneidez.		
8,1	9,9	14,1	12,9	12,9	15,9
6,9	11,1	14,1	12,9	13,5	14,7
8,1	11,1	14,1	12,9	14,7	15,9
8,1	11,7	13,5	11,7	14,7	17,1
8,1	12,3	14,1	12,9	15,9	15,9
8,1	11,7	14,1	11,7	14,7	15,9

Elwe	Wisco	Solo	Saturn	Saxonia	Hiltebr.
		seitl. Schneidez.			
6,9	9,9	12,3	11,7	11,7	14,1
6,9	9,9	12,9	11,7	12,9	14,1
5,7	9,3	11,7	11,7	12,3	14,1
5,7	9,9	12,9	11,7	11,7	14,1
6,9	9,9	11,7	11,1	12,9	14,1
5,7	9,9	11,7	11,7	12,9	14,1
		Eckzähne			
8,7	11,7	13,5	12,9	12,9	15,3
8,7	11,7	14,1	12,9	12,9	15,9
8,7	11,7	14,1	14,1	15,9	15,9
8,7	11,7	14,7	12,9	14,7	16,5
8,7	11,7	14,7	11,7	15,9	17,7
8,7	11,7	14,7	12,9	15,9	16,5

Die gefundenen Werte zeigen, daß die Zementbefestigung als solche der Befestigung durch Einbrennen gleichwertig ist. Berücksichtigt man die verschiedene Dicke des Zahnkörpers der einzelnen Fabrikate, indem man versucht, deren Wert auf eine Einheit zu bringen, so ergeben sich bei Divison durch den Durchmesser an der stärksten Stelle des Zahnes folgende Werte:

Dickendurchmesser:

	Elwe	Wisco	Solo	Saturn	Saxonia	Hiltebr.
mittl. Schz.	4,3	4,0	4,2	4,0	3,8	5,0
seitl. Schz.	4,1	4,0	4,2	4,0	3,8	5,0
Eckz.	4,5	4,0	4,2	4,0	3,8	5,0

Die reduzierten Mittelwerte betragen:

	Elwe	Wisco	Solo	Saturn	Saxonia	Hiltebr.
mittl. Schz.	1,87	2,90	3,33	3,10	3,79	3,16
seitl. Schz.	1,54	2,45	2,98	2,90	3,70	2,92
Eckz.	1,85	2,92	3,40	3,25	3,87	3,25

Diese Versuche lassen erkennen, daß der Universalzahn durchschnittlich dieselben Belastungen verträgt, wie die übrigen Fabrikate. Bei diesen Versuchen brachen fast sämtliche Zähne an der Befestigungsstelle der Stifte. Von den Wisco-Zähnen wurden aus einem Eckzahn die Stifte herausgezogen ohne sonstige Beschädigung des Zahnes, bei den Solo-Zähnen ebenfalls aus einem Eckzahn. Von den Saxonia-Zähnen wurden bei einem Eckzahn, zwei seitlichen und zwei mittleren Schneidezähnen die Stifte ausgebrochen und zwar derart, daß die

schmale Brücke zwischen ihnen herausbrach, während der Zahnkörper im Ganzen unversehrt blieb. Zusammenfassend kann man wohl ohne weiteres behaupten, daß der Universalzahn der Forderung nach einer sicheren Stiftverankerung in ausreichendem Maße genügt. Der Stift ist bei einwandfreiem Einzementieren nur durch Bruch des Mineralkörpers zu entfernen. Die Bedenken, die man gegen die genügende Haltbarkeit des einen Stiftes haben könnte, dürften die Versuche ebenfalls zerstreut haben.

Zu Forderung III. An die Schutzplatte.

Bei festen Ersatzstücken, z. B. Brücken, Richmondkronen und ähnlichen, die vom Patienten gar nicht und vom Zahnarzt nur durch teilweise Zerstörung aus dem Munde entfernt werden können, setzt man den Mineralkörper nach Möglichkeit nicht direkt der Wirkung des Kaudrucks aus, um einem Bruch nach Möglichkeit vorzubeugen. Zu diesem Zweck muß man den Zahn mit einer Schutzplatte aus Metall versehen, die dem Kaudruck standhält, ohne den Zahn nach lingual wesentlich zu verdicken. Die dünnste Schutzplatte erhält man durch Verwendung von 0,2 mm starkem Feingoldblech, das durch Lot verstärkt wird. Diese Schutzplatte läßt sich bei den Universalzähnen in jedem Fall anwenden, da man bei Platzmangel nach den Angaben des Fabrikanten den Zahn bis auf eine Kanallänge von 2 mm beschleifen kann; d. h. der Universalzahn wird dann noch etwas dünner als ein gewöhnlicher Flachzahn, den man von der lingualen Fläche der Stifte wegen nicht beschleifen kann. Falls mehr Raum zur Verfügung steht, kann man die gegossene Schutzplatte anwenden. Es ist also in jedem Fall möglich, den Zahn mit einer brauchbaren Schutzplatte zu versehen.

Zu Forderung IV. An die Kombinationsmöglichkeiten der drei einzelnen Komponenten zu einem einheitlichen Zahntypus.

Erst durch die Vereinigung von Mineralkörper und Stift, bezw. Stift und Schutzplatte entsteht ein brauchbarer Zahn. Die Verbindungsmöglichkeiten ergeben sich aus der Verarbeitungsvorschrift.

Zu Forderung V. An die Verbindungsmöglichkeiten des Zahnes mit der Ersatzbasis.

Die Zähne werden mit der Ersatzbasis, die entweder aus Kautschuk oder Metall besteht, durch Vulkanisation oder Lö-

tung vereinigt. Was zunächst den Vulkanisationsvorgang anbetrifft, ergeben sich zwei Möglichkeiten. Die Zähne können entweder vor dem Vulkanisieren bezw. Stopfen des Kautschuks mit den Stiften vereinigt werden oder nach dem Vulkanisieren. In der Praxis wird man wohl meist den ersten Weg einschlagen, besonders mit Hinblick darauf, daß der Vulkanisationsvorgang nach den Angaben des Fabrikanten keine schädlichen Folgen für das Zement haben soll. Außerdem wird es in den meisten Fällen unnötige Schwierigkeiten machen, die Zähne nach dem Vulkanisieren des Kautschuks genau an den ihnen zukommenden Platz zu bringen. Das Kautschukstück wird häufig mit Ueberschuß gestopft, und es ist dann in den meisten Fällen unmöglich den Ueberschuß derart zu entfernen, daß die Zähne genau ihren Platz einnehmen und eng an die Platte anschließen. Bei dem Lötvorgang sind dieselben Möglichkeiten vorhanden; doch wird man im allgemeinen vermeiden, den Mineralkörper unnötig der Wärmewirkung auszusetzen, da bei ungleichmäßigem Abkühlen die Gefahr des Zerspringens sehr groß ist.

Zur Forderung VI. Weder Zahnkörper, noch Stift, noch Schutzplatte dürfen durch ihre Kombination nachträglich beeinflußt werden.

Die vorhergehenden Versuche haben gezeigt, daß bei der Vereinigung von Zahnkörper und Stift die guten Eigenschaften der beiden Faktoren nicht verändert werden. Um zu prüfen, ob dies auch bei der Kombination mit einer Ersatzbasis der Fall ist, wurden je sechs Zähne der verschiedenen, vorher untersuchten Fabrikate an Kautschuk- und Metallplatten verarbeitet und einer Belastungsprobe unterzogen. Zu diesem Zweck wurden die Platten an einem starken Stahldraht aufgehängt. Jeder zu prüfende Zahn wurde von einer Schraubklammer gleichmäßig an der Schneidekante und Anschliffffläche umfaßt. Die Klammer stand mit einem Hebelarm in Verbindung, der eine Vorrichtung zur Aufnahme von Gewichten trug. Die Anschliffläche war natürlich nicht von Kautschuk oder Metall bedeckt. Mit den Universalzähnen wurden je zwei Platten angefertigt, von denen die eine solche Zähne enthielt, bei denen die Stifte vor dem Vulkanisieren einzementiert waren, während die zweite Zähne enthielt, die nach dem Vulkanisieren einzementiert worden waren. In gleicher Weise wurde bei den gelöteten Metallplatten verfahren.

Belastung von Kautschukplatten.

Werte in kg.

	Elwe	Wisco	Solo	Saturn	Saxonia	Hiltebr. v. d. Vulk. einz.	Hiltebr. n. d. Vulk Stifte
mittl	8,7	8,7	14,7	12,3	14,7	16,5	16,5
Schz.	8,7	9.3	14.7	12,9	13,5	16,5	16,5
seitl.	6,9	8,1	14,1	11,7	12,3	14,7	15,3
Schz.	7,5	8,1	14,1	11,7	11,7	15,3	14,7
Eckz.	9,3	9.9	14,7	12,9	12,9	17,7	18,9
„	8,7	9,9	14,7	12,3	12,9	19,5	18,9

Nimmt man hiervon wieder die Mittelwerte und dividiert durch den Dickendurchmesser der einzelnen Zähne, so ergibt sich folgendes Bild:

	Elwe	Wisco	Solo	Saturn	Saxonia	Hiltebrandt v. d. Vulk. einz.	Hiltebrandt n. d. Stifte
mittl. Schz.	2,02	2,25	3,50	3,15	3,76	3,30	3,30
seitl. Schz.	1,80	2,02	3,36	2,92	3,18	3,00	3,00
Eckz.	2,00	2,47	3,50	3,15	3,40	3,72	3,76

Bei dieser Belastungsprobe wurden ein Wisco- und zwei Saxonia-Zähne mit Stiften aus dem Kautschuk gezogen. Bei einem Universalzahn blieb der Stift im Kautschuk stecken ohne daß der Zahn zerbrach, so daß man wohl mit Recht annehmen kann, daß die Zementbefestigung nicht einwandfrei erfolgt war. Die übrigen Zähne zerbrachen an der Befestigungsstelle der Stifte.

Belastung von Metallplatten.

Zähne mit Schutzplatten angelötet. Werte in kg.

	Elwe	Wisco	Solo	Saturn	Saxonia	Hiltebrandt v. d. Löten einzem.	Hiltebrandt n. d. Stifte
mittl. Schz.	9,3	9,9	14,1	14,1	14,7	20,7	20,7
„ „	9.3	9,9	14,1	14,1	14,7	20,7	20,7
seitl. Schz.	8.7	8,7	13,5	13,5	14,1	18,5	19,1
„ „	8,7	8,7	13,5	13,5	13,5	18,5	18,5
Eckz.	9,3	9,9	14,7	15,3	15,3	20,7	20,7
„	8,7	9,9	15,3	15,3	15,3	20,7	21,3

Die gefundenen Werte wurden wie vorher durch den Durchmesser der Zähne dividiert. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß

die Universalzähne etwas beschliffen wurden, so daß sie nur 4,8 mm stark waren. Die reduzierten Ergebnisse sind:

	Elwe	Wisco	Solo	Saturn	Saxonia	Hiltebrandt v. d. Löten einzem.	Hiltebrandt n. d. Stifte
mittl. Schz.	2,16	2,48	3,36	3,52	3,87	4,31	4,31
seitl. Schz.	2,12	2,18	3,21	3,38	3,63	3,88	3,91
Eckz.	2,08	2,48	3,59	3,80	4,01	4,31	4,38

Bei dieser Belastungsprobe zerbrachen sämtliche Zähne an der Befestigungsstelle der Stifte. Im übrigen zeigte es sich, daß die Vergleichswerte der Universalzähne, die der anderen Fabrikate übertreffen. Der Löt bezw. Vulkanisationsvorgang hat keine schädlichen Folgen für das Zement gehabt.

Zu Forderung VII. Der Zahn muß allseitig nach Bedarf beschliffen werden können.

Bei den bisher vorhandenen Systemen war es nicht möglich, die Zähne allseitig zu beschleifen, d. h. auch in ihrem Dickendurchmesser beliebig zu verändern. Man konnte nur von der Schneidekante oder Anschlifffläche her die Zähne beschleifen, ohne die Haltevorrichtung zu beschädigen und damit die Gefahr eines Bruchs zu erhöhen. Der Universalzahn kann nach Angabe des Herstellers auch von der lingualen Seite her bis auf eine Kanallänge von etwa 2 mm beschliffen werden, ohne daß die Haltevorrichtung beschädigt wird. Das ist besonders wichtig für Metallarbeiten, wenn man bei ungünstigen Bißverhältnissen einen möglichst guten kosmetischen Effekt erreichen will.

Zu Forderung VIII. Der Zahn muß mit der Schutzplatte oder der Ersatzbasis direkt auswechselbar verbunden werden können.

Ein großer Mangel der bisher üblichen Zähne zeigte sich bei Metallarbeiten, wenn durch einen unglücklichen Zufall der Mineralkörper zertrümmert wurde. Ich habe schon vorher erwähnt, daß versucht wurde, mit den Steele- und Biber-Schiebezähnen einen besseren Ausweg zu schaffen, jedoch vergeblich. In den Fällen, in denen man das Kästchensystem anwenden kann, ist der Ersatz eines zerbrochenen Zahnes nicht besonders schwierig. Ist aber der Zahn an die Brücke angelötet, wie es wohl meist der Fall ist, dann war man stets zu umfangreichen Reparaturen gezwungen. Der Universalzahn vermeidet diese sowohl bei Kautschuk- als auch bei Metallarbeiten, da er bei

beiden auswechselbar mit der Ersatzbasis verbunden ist. Durch die Zementbefestigung des Stiftes an dem Zahnkörper kann ein Zahn ohne Vulkanisation bezw. Lötung erneuert werden. Das Einschleifen des neuen Zahnes in das Metall des zerbrochenen ist zwar nicht immer ganz einfach, fällt jedoch den bisherigen umständlichen Reparaturen gegenüber nicht sehr stark ins Gewicht. Vor allen Dingen braucht eine feste Metallarbeit nicht aus dem Munde entfernt werden, eine Wohltat, die die Patienten ebenso wie die Praktiker zu schätzen wissen. Bei Kautschukarbeiten ist der Vorgang noch einfacher, da sich das Einschleifen hier meist erübrigen wird. Die Platte braucht nicht wieder vulkanisiert zu werden, was auf ihre Haltbarkeit jedenfalls nicht ohne Einfluß ist. Abgesehen von der Zeit und Arbeitsersparnis, da man durch den Universalzahn in die Lage versetzt wird, einen Zahn sofort anzubringen, ohne daß dem Patienten wie bisher das Ersatzstück für einen Tag oder wenigstens einige Stunden entzogen wird.

Zu Forderung IX. Die Kautschukplatte darf durch die Haltevorrichtung nicht geschwächt werden.

Diese Forderung bezieht sich hauptsächlich auf Platten mit einzeln stehenden Zähnen. Bei diesen ist die schmale Kautschukbrücke zwischen Platte und Zahn dem Kaudruck oft nicht gewachsen, besonders bei ungünstigen Bißverhältnissen oder starker einseitiger Beanspruchung. Man ist gezwungen, die Platte öfter zu reparieren. Dieser Uebelstand dürfte bei Verwendung der Universalzähne ebenfalls fortfallen. Bei Kautschukarbeit verwendet man den Stahlstift. Dieser ist so lang gehalten, daß er seinen Halt in der Platte selbst findet. Er trägt also eher dazu bei, diese gefährdete Stelle zu verstärken.

In Nr. 18 der „Zahnärztl. Rundschau" 1925 veröffentlichte Puttkammer*) eine Kritik des Universalzahns als Metallfacette. Er tadelt daran besonders drei Eigenschaften. Erstens die verschiedenen Mineralmassen, zweitens die geringe Farbenauswahl und drittens die Stärke der Zähne, die er als zu massig bezeichnet. Was zunächst die verschiedenen Mineralmassen anbetrifft, so habe ich beim Schleifen keine Nachteile bemerkt, wie Puttkammer angibt. Die beiden Massen lassen sich gleichmäßig gut beschleifen. Zum zweiten ist Puttkammer die Farbenaus-

*) Zahnärztl. Rundschau 1925, Nr. 18, S. 271.

wahl zu gering. Es ist allerdings nicht abzuleugnen, daß Hiltebrandt ursprünglich glaubte, mit einer Auswahl von 18 Farbtönen auszukommen, aber die Erfahrungen haben gezeigt, daß dieses Sortiment nicht immer genügt. Die Farbenskala ist daher verdoppelt worden und wird jedenfalls den Ansprüchen der Praxis entsprechend weiter ausgebaut werden, so daß die Auswahl hinter der anderer Fabrikate nicht zurückbleibt. In seinen weiteren Ausführungen hält Puttkammer den Universalzahn für zu dick und massig. Er spricht von Materialverschwendung und bezeichnet es als unmöglich, daß ein Zahn universell verwendbar sein könne mit stets gleich gutem Erfolg. Um gleich auf das Letztere zurückzugreifen; die oben geschilderten Versuche haben einwandfrei gezeigt, daß es sehr wohl möglich ist, den Zahn für alle vorkommenden Fälle zu benutzen und zwar mit gutem Erfolg.

Zu dem Einwand betreffend die Stärke der Universalzähne muß ich bemerken, daß die Unterschiede gar nicht so erheblich sind. Der Universalzahn ist im Durchschnitt nur wenig mehr als 1 mm stärker als die übrigen Fabrikate. Es mag dies allerdings etwas ungewohnt sein, aber da der Zahn für alle Zwecke verwendbar sein soll, denn das ist ja eins der Hauptmomente, so kann er nicht so dünn hergestellt werden, daß er womöglich nicht ohne Schneidenschutz verarbeitet werden kann.

Auf Grund meiner Untersuchungen muß ich feststellen, daß der Universalzahn den von Hiltebrandt aufgestellten Forderungen vollkommen entspricht. Wenn es sich hierbei auch in der Hauptsache um Laboratoriumsversuche handelt, glaube ich doch annehmen zu können, daß auf Grund der Versuchsergebnisse eine Verwendung in der Praxis ohne Gefahr für den Patienten geschehen kann. Jedenfalls haben meine Versuche gezeigt, daß die Befestigungsart des Stiftes einerseits und die Güte des Porzellans andererseits hinter den Vergleichsfabrikaten nicht zurückstanden. Eine Einschränkung ist insofern zu machen, als der ganze Erfolg von der Güte und der Verarbeitung des Einbettungszements abhängt. Das von der Firma gelieferte Präparat entsprach nicht den Anforderungen, die man für diesen Zweck stellen muß. Das mag vielleicht der Grund sein, daß mancher Verbraucher dieser Zähne ungünstige Resultate erzielt hat.

Diese Versuche wurden angestellt zu einer Zeit, als die Universalzähne noch im Handel erhältlich waren. Leider hat die Fabrik wegen Absatzschwierigkeiten ihren Betrieb eingestellt. Man muß jedoch behaupten, daß bei richtiger Anwendung des Prinzips von seiten des Fabrikanten wie des Praktikers brauchbare Resultate damit erzielt werden können. Der Weg jedenfalls, den Hiltebrandt eingeschlagen hat, ist gangbar. Es kommt nur darauf an, daß die Art der Zementbefestigung mit der nötigen Sorgfalt und einem einwandfreien Material ausgeführt wird.

Zum Schluß möchte ich nicht versäumen, Herrn Prof. Schoenbeck für die Ueberlassung des Themas und seine liebenswürdige Unterstützung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Literatur.

1. *Schönbeck,* Zahnärztl. Materialkunde. Teil II. Verlag Meusser, Berlin.
2. *Moral,* Schliffe durch künstl. Zähne. Ergebn. d. ges. Zahnheilkunde, Bd. 5, 3—4, 1917.
3. — Skizze über die Entstehung und Entwicklung der Porzellanzähne. Katalog Abt. 15. Liste A 1912 der S. S. White Dental Manufact. Comp. Philadelphia.
4. *Hiltebrandt,* Der Universalzahn nach Dr. Hiltebrandt, Brosch. der Zahnfabrik Dr. Hiltebrandt, Essen.
5. *Puttkammer,* Der Universalzahn nach Hiltebrandt als Metallfacette. Zahnärztl. Rundschau 1925, Heft 18.

Lebenslauf.

Ich, Johannes Friedrich Wilhelm Mandelkow, wurde am 4. November 1901 zu Berlin geboren. Vom April 1908 bis April 1920 besuchte ich das Jahn-Realgymnasium zu Berlin-Lichtenberg. Am 26. April 1920 wurde ich an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin immatrikuliert, um mich dem Studium der Zahnheilkunde zu widmen. Im November 1921 bestand ich die zahnärztliche Vorprüfung und beendete mein Studium mit dem Staatsexamen am 5. Februar 1925.